Influencia de un aditivo microbiano en el consumo voluntario de materia seca, fibra neutro detergente e indicadores de la fermentación ruminal de cabras alimentadas con heno de *Brachiaria brizantha*

D. Gutiérrez, A. Elías, R. García, F. Herrera, H. Jordán y Lucía Sarduy

Instituto de Ciencia Animal, Apartado postal 24, San José de las Lajas, Mayabeque, Cuba
Correo electrónico: delfin@ica.co.cu

Para evaluar el consumo voluntario de materia seca (MS), fibra neutro detergente (FND) e indicadores de fermentación ruminal en cabras alimentadas con heno de *Brachiaria brizantha* de baja calidad nutritiva y con la inclusión en la ración de un aditivo microbiano denominado VITAFERT (producto biológicamente activo, rico en levaduras, lactobacilos y sus metabolitos), se utilizaron cuatro cabras de la raza Saanen, de tres años de edad y 43 kg (17.0±0.82 kg PV 0.75) de peso vivo promedio. Se aplicó un diseño cuadrado latino 4 x 4 durante 60 d de observación. Las cabras se canularon en rumen y se distribuyeron en cuatro tratamientos: T1) dieta básica, con heno *B. brizantha* + suplemento comercial caprino, a razón de 6 g kg PV^{-1}; T2, T3, T4) heno *B. brizantha* + suplemento comercial caprino y tres niveles de VITAFERT (4.5; 6.0 y 8.5 mL kg PV^{-1}). Estos niveles se adicionaron al suplemento según los tratamientos a la hora del suministro (9:00 h), a diferencia del heno que se ofertó en dos ocasiones (8:30 y 16:30 h), a razón de 1.2 kg $animal^{-1}$ en base seca (BS). La adición del aditivo microbiano en la ración, en los niveles de 4.5 y 6.0 mL kg PV^{-1}, aumentó ($P < 0.01$) el consumo voluntario de MS y FND. Sin embargo, en los indicadores de la fermentación ruminal estudiados: ácidos grasos de cadena corta (AGCCt) y biomasa bacteriana (BB), el nivel de 6.0 mL kg PV^{-1} de VITAFERT difirió del resto ($P < 0.001$). Se concluye que el efecto estimulador del VITAFERT en el incremento del consumo de MS y FND depende de la dosis utilizada. El nivel de 6.0 mL kg PV^{-1}, unido a un suplemento energético-proteico, a razón de 6 g kg PV^{-1}, optimiza el sistema en cuanto al aumento de la capacidad fermentativa del rumen, que se corresponde con el incremento de las concentraciones de AGCCt y BB en cabras alimentadas con heno de *Brachiaria brizantha* de bajo valor nutritivo.

Palabras clave: *Saanen, VITAFERT, levaduras y lactobacilos*

La alimentación del ganado caprino se basa, fundamentalmente, en pastoreo libre de especies pratenses. Este resulta, por lo general, insuficiente, en lo que respecta a la cantidad de biomasa y nutrientes, especialmente durante la época de sequía, cuando disminuye la calidad y disponibilidad de los pastos. Esta situación ocasiona retraso en el desarrollo corporal de los animales, pérdida de peso, baja fertilidad, mortalidad y disminución de la producción de leche y carne (Sánchez 2001).

Los forrajes de buena calidad se digieren satisfactoriamente, sin necesidad de suplementación. Sin embargo, generalmente, los pastos y forrajes tropicales presentan con frecuencia deficiencias nutricionales (Vera y Seré 1985), en particular baja digestibilidad de MS y reducido contenido de proteína, lo que limita la actividad microbiana en el rumen y la producción. A pesar de esto, las gramíneas, caracterizadas por su variada gama de géneros y especies y por su plasticidad, proveen del alimento base para el ganado en el trópico (Peters *et al*. 2010 y Tittonell *et al*. 2010).

Los pastos y forrajes tropicales basados en gramíneas se pueden utilizar más eficientemente, si las poblaciones bacterianas del rumen cubren cada uno de los requerimientos de energía, constituyentes proteicos, minerales y otros nutrimentos (Elías 1983), y si se garantiza un nivel de carbohidratos no estructurales, necesario para optimizar la síntesis de proteína microbiana de la ración (Calsamiglia y Endres 1994).

En Cuba, el Instituto de Ciencia Animal ha desarrollado un producto biológicamente activo, denominado VITAFERT, rico en lactobacilos, levaduras, ácidos orgánicos de cadenas carbonadas cortas y pH bajo (Elías y Herrera 2008), el que, utilizado como aditivo en la raciones, contribuye a la estabilización de la flora microbiana presente en el ecosistema ruminal, a la vez que incrementa la digestibilidad de la MS y de la pared celular (Elías *et al*. 2010).

El objetivo de este estudio fue evaluar el efecto de tres niveles de inclusión del aditivo microbiano VITAFERT en el consumo voluntario de MS, FND y en indicadores de la fermentación ruminal en cabras alimentadas con heno de *Brachiaria brizantha* de baja calidad nutritiva.

Materiales y Métodos

Localización. El experimento se desarrolló durante febrero y marzo de 2010, en el área de metabolismo caprino, del Departamento de Manejo y Alimentación de Rumiantes, perteneciente al Instituto de Ciencia Animal, ubicado en el municipio San José de las Lajas, provincia Mayabeque, Cuba. Esta insttitución se encuentra entre 22º 58 LN y 82º 02 LO, a 80 msnm.

Animales y diseño. Se utilizaron cuatro cabras (*Capra hircus*) de la raza Saanen, clínicamente sanas, canuladas en la región dorsal del rumen de tres años de edad y peso vivo medio de 43 kg (17.0 ± 0.82 kg PV0.75). Se alojaron en jaulas de metabolismo individual (60 x 120 cm). La duración del experimento fue de 60 d, distribuidos en cuatro períodos experimentales, según diseño cuadrado latino 4 x 4, con nueve días de adaptación a la dieta y cinco de recolección de datos.

Alimento y distribución. Durante el desarrollo

experimental, los animales tuvieron libre acceso al agua y a las sales minerales. La dieta basal estuvo constituida por heno de *B. brizantha*, de bajo valor nutritivo (Pérez-Infante 2010), ofrecido en una relación en base seca de aproximadamente 80:20 con respecto al suplemento. Este último se utilizó como vehículo para el suministro del VITAFERT. Los tratamientos fueron: T1) heno de gramínea + suplemento comercial caprino; T2, T3 y T4) heno de gramínea + suplemento comercial caprino y tres niveles de VITAFERT (4.5, 6.0, 8.5 mL kg PV^{-1}). Los niveles se adicionaron al suplemento en el momento de suministrarlo (9:30 h), a diferencia del heno, que se ofreció a las 8:30 y 16:30 h, a razón de 1.2 kg $animal^{-1}$ (BS). El consumo se determinó a partir del peso del alimento ofrecido y del rechazado que quedó en el comedero. El pesaje se realizó durante cuatro días continuos y en cada período experimental.

Procedimiento para la elaboración de los alimentos. El VITAFERT se obtuvo a partir de una mezcla de la fermentación de la miel final de caña de azúcar, soya, maíz, urea, sulfato de magnesio y fórmulas minerales. Se utilizó como inoculante microbiano el yogurt (Elías y Herrera 2008). El heno *Brachiaria brizantha* constituye un material fibroso, de 85 d edad, elaborado según la metodología propuesta por Michelena y Delgado (2008). La composición microbiológica y química del producto incluye concentraciones de levaduras y lactobacilos, que oscilan entre $10^{7-1}0^{8}$ ufc y $10^{9-1}0^{10}$ ufc respectivamente, en concentraciones de 450-600 mmol L^{-1} para el ácido láctico y 225-230 mmol L^{-1} para el acético (Elías *et al*. 2010).

Indicadores evaluados. Los análisis de composición química de los alimentos se realizaron en el Laboratorio de Química Analítica del Instituto de Ciencia Animal. Se determinó MS, PB, proteína verdadera (PV) y cenizas (C), según AOAC (1995). El fraccionamiento de la fibra se realizó según Goering y van Soest (1970). Para la determinación de la energía metabolizable (EM) del heno y el suplemento, se utilizaron las ecuaciones de predicción propuestas por García-Trujillo y Pedroso (1989), respectivamente.

Se realizaron muestreos de dinámica del líquido ruminal en animales canulados durante las 0, 2, 4, 12 y 24 h, después del primer suministro de alimento. A las muestras colectadas se les midió el pH con pH metro portátil, marca Orión 250-A. Los AGCCt se determinaron según Pennington (1952). La producción de la biomasa bacteriana (BB) se estimó de acuerdo con Smith (1975) (tabla 1).

Análisis estadístico. Se aplicó la dócima de Duncan (1955) para establecer diferencias entre medias. Para la determinación de los indicadores de fermentación se utilizó un modelo lineal donde se mostraron los efectos principales. La totalidad de los datos se procesó mediante el paquete estadístico INFOSTAT (Balzarini *et al*. 2001).

En la composición microbiológica y química del VITAFERT se incluyen concentraciones de levaduras y de lactobacilos, que oscilan entre $10^{7-1}0^{8}$ ufc y $10^{9-1}0^{10}$ ufc; 450-600 mmol.L^{-1} para el ácido láctico y 225-230 mmol L^{-1} para el acético, respectivamente.

Resultados y Discusión

Con respecto al consumo de MS y FND total y su relación con el peso vivo y metabólico (tabla 2), los resultados favorecieron ($P < 0.01$) a los tratamientos de 4.5 y 6.0 mL kg PV^{-1} de VITAFERT en la ración. Sin embargo, el nivel de 8.5 mL kg PV^{-1} y el testigo tuvieron valores inferiores. Un comportamiento similar ($P < 0.01$) tuvo el consumo total de EM y PB y la participación de los mismos nutrimentos provenientes de la fuente fibrosa (heno de *Brachiaria brizantha*). Sin embargo, la relación EM y PB, derivada del suplemento, con respecto a la del heno consumido (EMc: EMf vs PBc:Pbf) en el tratamiento con 6 mL kg PV^{-1} de VITAFERT difirió solo del testigo ($P < 0.05$) y se presentó con el valor más bajo y alto en la relación de forraje-concentrado consumido (tabla 2).

En los valores de pH ruminal no hubo diferencias

Tabla 1. Composición bromatológica de los alimentos utilizados

	Alimento		
	Suplemento	Heno	Act. 1VITAFERT 1
MS, %	88.10	86.26	9.70
PB,%	16.45	5.99	4.80
Pv,%	-	-	2.88
EM,MJ	11.80	7.70	-
FDN,%	-	85.18	-
Lignina , %	-	7.16	-
Celulosa, %	-	44.82	-
Hemicelulosa,%	-	33.21	-
Ceniza, %	6.25	6.15	5.19
Calcio,%	2.10	0.45	1.20
Fósforo,%	0.30	0.24	0.17

Tabla 2. Efecto de niveles de VITAFERT en el consumo voluntario de materia seca total, nutrientes básicos y su relación

Indicadores	Tratamientos				± EE Sig.
	Testigo	4,5 mL kgPV^{-1}	6.0 mL kgPV^{-1}	8.5 mL kgPV^{-1}	
CMS, kg anim^{-1}	0.69^{a}	0.94^{b}	1.00^{b}	0.70^{a}	0.06**
CMS,g PV0,75	37.86^{a}	56.25^{b}	63.02^{b}	37.36^{a}	4.66**
CMS, %PV	2.06^{a}	2.85^{b}	3.16^{b}	2.20^{a}	0.17**
CMS PV, g kg PV	20.65^{a}	28.48^{b}	31.58^{b}	21.99^{a}	1.87**
CFND, % PV	1.36^{a}	2.03^{b}	2.29^{b}	1.48^{a}	0.15**
CFND, g kg PV0,75	32.74^{a}	48.40^{b}	54.19^{b}	32.28^{a}	3.98**
CFNDf, % PV	1.36^{a}	2.03^{b}	2.29^{b}	1.47^{a}	0.15**
CEM total, MJ anim.$^{-1}$	5.93^{a}	7.89^{b}	8.38^{b}	6.03^{a}	0.48**
CPB total, g anim^{-1}	57.16^{a}	72.37^{b}	76.22^{b}	57.79^{a}	3.77**
CMSf , kg anim.$^{-1}$	0.52^{a}	0.78^{b}	0.84^{b}	0.54^{a}	0.06**
CEMf, MJ anim.$^{-1}$	4.03^{a}	5.99^{b}	6.49^{b}	4.13^{a}	0.48**
CPBf, g anim.$^{-1}$	31.39^{a}	46.61^{b}	50.46^{b}	32.16^{a}	3.77**
Relación consumo EM conc: EMf^{-1} MJ anim^{-1}	0.60b	0.45^{ab}	0.35a	0.52^{ab}	0.07*
PB conc: PBf $^{-1}$ g anim^{-1}	1.05^{b}	0.78^{ab}	0.61^{a}	0.91^{ab}	0.13*
Relación cons F: C (BS), %	73:27^{a}	79:21^{ab}	82:18^{b}	75:25^{ab}	2.33*

**P < 0.01 , *P < 0.05, letras diferentes en la misma fila difieren P < 0.05

Consumo voluntario de materia seca total (CMS), contra peso metabólico (CMSPV075), de la materia seca del forraje (CMSf), consumo fibra neutro detergente (CFND), consumo de energía metabolizable (CEM) y consumo de proteína bruta (CPB)

entre tratamientos. Ocurrió lo contrario con las concentraciones de AGCCt y la BB en rumen, donde el tratamiento con 6.0 mL kg PV^{-1} de VITAFERT en la ración difirió significativamente (P < 0.01) del resto, con mayor produción de estos indicadores (tabla 3).

Con respecto a las diferencias encontradas en el consumo de MS y su relación con el PV, si bien los niveles de 4.5 y 6.0 mL kg PV^{-1} de VITAFERT fueron más altos con respecto al resto, estuvieron por debajo de lo informado por Sauvant *et al*. (1991) para la cabra (4.0 % del PV), según estudios desarrollados en el trópico con diversidad de sistemas de manejo y alimentación, pero comprendidos en el rango de 2.0 a 2.8 % informado por Meneses (2010), e incluso superior, como ocurrió en el nivel de 6 mL de VITAFERT en la ración. Esto demuestra que los valores obtenidos se corresponden con consumos de mantenimiento para cabras fuera de producción, como las utilizadas en este experimento (NRC 2005), y corrobora lo antes analizado con respecto a la edad y estado de madurez del material vegetal utilizado para la elaboración del heno y su influencia en el consumo esperado de MS y FND en las cabras.

Con respecto al efecto benéfico que pudieron causar los niveles 4.5 y 6.0 mL kg PV^{-1} de VITAFERT en la ración, habría que considerar primero el efecto asociativo, de sincronización y sinergia del VITAFERT con los nutrimentos del suplemento, aunque los niveles de suplemento fresco no sobrepasaron los 5.57 ± 0.93g kg PV^{-1}. Según Ruiz y Vázquez (1983), estos niveles se hallan en el rango óptimo para lograr incremento en la utilización de la ración en dietas básicamente fibrosas, como la utilizada en este experimento. A esto se adiciona que la existencia de una baja concentracion de nitrógeno en el rumen, disminuye la digestion de la celulosa, lo que confima que siempre se debe proveer de alguna fuente mínima de nitrógeno para producir mayor actividad microbiana ruminal, más aún si se conoce que los microrganismos con actividad celulolitica, a la vez

Tabla 3. Comportamiento del pH ruminal, concentraciones de ácidos grasos de cadena corta (AGGCt) y estimación de la biomasa bacteriana (BB)

Indicador	Tratamientos				± EE Sig.
	Testigo	4.5 mL kg PV^{-1}	6.0 mL kg PV^{-1}	8.5 mL kg PV^{-1}	
pH	6.96	6.99	6.98	6.89	0.04
AGCCt, mmol L^{-1}	68.91^{a}	70.70^{b}	74.08^{c}	68.95^{a}	0.44***
BB, g mol AGCCt^{-1}	1.91^{a}	1.96^{b}	2.05^{c}	1.92^{a}	0.01***

***P < 0.001, letras diferentes en la misma fila difieren P < 0.05

que tienen baja velocidad de crecimiento, tienen también bajos requerimientos de mantenimiento y con ello, hay poca respuesta del animal al incremento del consumo y vaciado del órgano fermentador (Stritzler *et al*. 1983).

A pesar de la influencia que pudo tener el consumo del concentrado en la totalidad de los tratamientos, por ser igual el nivel sumistrado, los niveles de 4.5 y 6 mL kg PV^{-1} de VITAFERT, a diferencia del resto, tuvieron mayor utilización de los nutrimentos del heno, aproximadamente 76 % para EM y 65 % para PB, para el desarrollo de la actividad de los microorganismos. Se incluye aquí su mantenimiento y los procesos de síntesis y degradación del material. Una prueba de ello es la relación alcanzada entre la EM y la PB consumida del concentrado con respecto a la del heno, que alcanzó valores bajos. Esto evidencia que la ingestión de proteína del heno y el concentrado no debió ser suficiente para influir en el crecimiento y desarrollo de los microorganismos celulolíticos ruminales y con ello, lograr cambios en la magnitud de su actividad.

La contribución de aminoácidos de la PB y de la PV del VITAFERT, así como la participacion de cierta cantidad de proteina natural o soluble, como las contenidas en el suplemento suministrado, unido al aporte de AGCCt ramificada (valérico, isovalérico e isobutírico), presentes en el producto VITAFERT (Elías y Herrera 2008), pudieron estimular la celulolisis ruminal (Elías 1983), ya que el contenido de estos últimos en el rumen es nulo, o casi insignificante, fundamentalmente cuando se utilizan en la dieta con forraje de baja calidad (Elías 2000), como sucede en este estudio. Chalupa (1977), entre otros autores, refieren que estos ácidos grasos de cadena ramificada son necesarios como factores de crecimiento bacteriano.

Con el uso del VITAFERT, en las dosis de 4,5 y 6 mL kg PV^{-1}, se podrían logran efectos beneficiosos, de carácter fibrolítico y funcional, similares a los referidos por Galina *et al*. (2010b), al utilizar cultivos mixtos de bacterias lácticas y levaduras. Estos microorganismos celulolíticos, en la concentración que se presentan, al ser estimulados con el producto activador, produjeron mayor degradación de las paredes celulares, disminución del tiempo medio de desaparición del material fibroso y con ello, mayor vaciado del órgano fermentador. Según informes de Galina *et al*. (2007a), esta mezcla de microorganismos provoca en las cabras un efecto sustitutivo de las bacterias lácticas ruminales por las del producto. En este estudio, aunque las mezclas fueron diferentes, los resultados resultan semejantes a los encontrados con el VITAFERT, al crear un ambiente favorable para la fermentación ruminal. Esto corrobora que para que exista alta población microbiana inicial en un sistema tan complejo como el rumen, se requiere de un donante de nitrógeno, energía suficiente y cofactores de crecimiento microbiano (Elías 1983).

Al analizar el medio ruminal, los valores de pH obtenidos (±6.9), aún cuando no existe un consenso único del valor de pH óptimo para el funcionamiento ruminal, los valores encontrados en todos los tratamientos estuvieron en los límites fisiológicos, en un rango entre 6.2 y 7.2. Estos valores se han definido como óptimos para garantizar la digestión de la celulosa (Cardozo *et al*. 2001 y Calsamiglia *et al*. 2002 y Krause y Oetzel 2006) y posibilitan el incremento del ritmo de crecimiento de microorganismos celulolíticos y hemicelulolíticos, su actividad y, con ello, los productos de su metabolismo (Marrero 2005). De ahí que sea necesario el establecimiento de un valor de pH por encima de 6.0 para la proliferación de las bacterias celulolíticas, más que para una mayor actividad enzimática. A su vez, es posible que el pH del medio ruminal permita mantener una densa población de diversos géneros y especies de protozoos, debido al efecto asociativo por la presencia de micelas de almidón aportadas por el suplemento concentrado, las cuales estimularán a dichos microorganismos (Elías 1983).

Las concentraciones de AGCCt en el rumen y las diferencias encontradas en el nivel de 6.0 mL kg PV^{-1} de VITAFERT con respecto al resto de los tratamientos, se debieron, al parecer, a la posibilidad de crear condiciones ideales para lograr aumento de la capacidad fermentativa, que se relaciona con la mejora del ambiente ruminal. Esto es debido, entre otros factores, a los valores de pH del medio y al aumento del consumo de heno suministrado, como consecuencia del incremento de la actividad microbiana y de su degradación (Ortiz-Rubio *et al*. 2002). La producción de AGCCt disminuye conforme aumenta el pH en el rumen y viceversa (Valdez *et al*. 1997). Un aumento de estos compuestos orgánicos proporciona la energía suficiente para utilizar el nitrógeno disponible por parte de los microorganismos y el hospedero, situación que favorece el mayor consumo de MS total (Herrera 2007 y Elías y Herrera 2008).

Resultados similares, en cuanto a concentración de AGCCt durante la dinámica y su relación con el pH, en dietas básicamente fibrosas, obtuvieron Elías (2000) y Castañeda *et al*. (2010). Este último encontró en el comportamiento de cabras y ovinos aumento de las concentraciones de AGCCt, a partir de las tres y seis horas posteriores a la ingestión de alimento, a la vez que informó correlación negativa ($r2 = -0.454$, $P < 0.01$) entre el pH y las concentraciones AGCCt. Un comportamiento análogo se evidenció en este estudio ($r2 = -0.30$ $P < 0.01$) en el tratamiento con 6 mL kg PV^{-1} del VITAFERT. Esta baja correlación de este nivel de VITAFERT indicó que en el ecosistema mixto que hubo en el rumen pudieron influir otros metabolitos, que no se determinaron en este experimento.

La estabilidad encontrada en los valores de pH podría ser el efecto positivo que ejercen los activadores microbianos, al estimular el crecimiento bacteriano y contribuir al mayor consumo de MS, fundamentalmente de FND. Esto provoca mayor rumia, masticación y,

posiblemente, más secreción salivar, así como la posibilidad de bufferar cantidades de AGCC, acético y láctico, contenidos en el VITAFERT y producidos en el rumen.

Por la importancia del pH del rumen, como uno de los factores que más puede influir en la concentración de AGCCt en el rumen, en el aumento de las poblaciones microbianas y en su actividad enzimática, se debe señalar que si bien no hubo interacción entre tratamientos y durante la dinámica, los resultados de la regresión calculada entre los valores de pH y la concentración de AGCCt en el tratamiento con 6 mL kgPV^{-1} de VITAFERT en la ración fueron negativos (R^2= -0.23, EE±=0.20) y más bajos que en el resto de los tratamientos. En estos, las relaciones, al ser negativas, estuvieron en el rango de moderadas a fuerte, lo que evidencia que los valores de pH alcanzados en estos tratamientos no solo estuvieron influenciados por la concentración de estos ácidos orgánicos, sino también por otros factores, como la capacidad amortiguadora del medio, producto del aumento de la actividad de masticación y rumia, con el consiguiente incremento de la producción y segregación de saliva (Sauvant *et al*. 1999). Estas sustancias buffer (carbonatos y fosfatos), además de la urea presente en el activador, unidas a la estabilidad del pH, debieron mejorar, sustancialmente, la síntesis de proteína microbiana (Elías 1983) y aumentar la respuesta animal. Este criterio coincide con lo referido por Fernández (1998).

A pesar de lo que se conoce de la fermentación ruminal, es necesario estimar la biomasa microbiana cuando se investiga un proceso digestivo y se considera el valor nutritivo de los alimentos para los animales. Este es un indicador de gran importancia para obtener una estimación confiable de la contribución de la proteína microbiana. Según Smith (1975), las concentraciones AGCCt permiten estimar la masa microbiana del rumen. De acuerdo con la ponderación de este autor, el tratamiento con 6.0 mL kg PV^{-1} de VITAFERT en la ración, logró mayor producción microbiana, lo que evidencia mayor fermentación ruminal y, como consecuencia, mayor degradación del heno. Esta masa microbiana se convierte en parte de la digesta, como una proteína de sobrepaso de excelente composición aminoacídica (80 % de PV), que sale del rumen y se absorbe en el intestino delgado (López 2009). Según Henning *et al*. (1993), la eficiencia del crecimiento microbiano y la mejora de la producción de proteína microbiana sería posible con el balance de energía de la ración, el nitrógeno disponible en rumen y su sincronización.

Según Aguilera (1989), la eficiencia de formación de la masa microbiana se relaciona con el aumento de la tasa de degradación y la disminución del volumen o tiempo de retención del alimento en el rumen. Estos indicadores, en el tratamiento con 6.0 mL kg PV^{-1} de VITAFERT, pudieron ser superiores, lo que conlleva a aumentar la relación proteína microbiana por AGV producido. El proceso de síntesis de la proteína microbiana es complejo y, según Elías y Herrera (2008), el incremento de la eficiencia con que ocurre se corresponde con la disponibilidad de la energía requerida para el mantenimiento de los microorganismos.

Se concluye que en cabras alimentadas con heno de *Brachiaria brizantha*, de bajo valor nutritivo, el efecto estimulador del VITAFERT en el incremento del consumo de MS y FND depende de la dosis utilizada. Es en el nivel de 6.0 mL kg PV^{-1} en la ración, unido al suplemento energético-proteico, a razón de 6 g kg PV^{-1}, donde se logra optimizar el sistema, en cuanto al aumento de la capacidad fermentativa del rumen, que es coherente con el incremento de las concentraciones de AGCCt y BB.

Referencias

Aguilera, J. F. 1989. Aprovechamiento de subproductos agroindustriales en la alimentación de rumiantes. XIV Congreso Argentino de Producción Animal. Rev. Argentina Prod. Anim. 9:253

AOAC. 1995. Official Methods of Analysis. 11th. Ed. Ass. Off. Agric. Chem. Washington, D.C.

Balzarini, G.M., Casanoves, F., Di Rienzo, J.A., González, L.A. & Robledo, C.W. 2001. InfoStad. Software estadístico. Manual del usuario. Versión 1. Córdoba. Argentina

Calsamiglia, S. & Endres, M.I. 1994. Dinámica del metabolismo de los hidratos de carbonos y el nitrógeno del rumen. X Curso de Especialización "Avances en nutrición y alimentación animal". Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición Animal. Eds. P. Ga. Rebollar, C. De Blas y G.G. Mateos. Madrid, España. p. 123

Cardozo, P.W., Calsimiglia, S. & Ferret, A. 2001. Efecto del pH sobre la fermentación microbiana y el flujo de nutrientes en un sistema de doble flujo continúo. ITEA 22:364

Castañeda, A., Díaz, L.H., Muro, A., Gutiérrez, H., García, D.M., Lozano, A.R. & Ortiz, U. 2010. Parámetros de fermentación ruminal en ovinos y caprinos sometidos a cambios de dietas. III Congreso de Producción Animal Tropical y I Simposio FOCAL. La Habana, Cuba [CD-ROM]

Chalupa, W. 1977. Manipulating rumen fermentation. J. Anim. Sci. 45:585

Duncan, D.B. 1955. Multiple range and multiple F test. Biometrics 11:1

Elías, A. 2000. Effects of the source of energy on some of the final rumen fermentation products Cuban. J. Agric. Sci. 34:309

Elías, A. & Herrera, F.R. 2008. Producción de alimentos para animales a través de procesos biotecnológicos sencillos con la utilización de microorganismos eficientes beneficiosos activados (MEBA). p. 8

Elías, A. 1983. Digestión de pastos y forrajes tropicales. En: Los pastos en Cuba. Tomo II. Ed. Instituto de Ciencia Animal, La Habana, Cuba. Pp. 187-247

Fernández, A.M. 1998. El alimento y los procesos digestivos. Ed. Estación Experimental Agropecuaria (EEA) - Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). Material didáctico 3:6

Galina, M., Pineda, L.J., Hummel, O.J. & Ortiz-Rubio,

M.A. 2010a. Efecto del uso de probióticos lácticos en la fermentación ruminal de cabritas en desarrollo. III Congreso de Producción Animal Tropical y I Simposio FOCAL. La Habana, Cuba. [CD-ROM]

Galina, M., Pineda, L.J. & Morales, R. 2010b. Suplementación en pastoreo de cabras lecheras con una fuente de liberación lenta de nitrógeno (SLNN), con o sin la adición de un probiótico de bacterias lácticas. III Congreso de Producción Animal Tropical y I Simposio FOCAL. La Habana. Cuba. [CD-ROM]

García-Trujillo, R. & Pedroso, D.M. 1989. Alimentos para rumiantes. Tablas de valor nutritivo. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 3

Goering, H.K. & van Soest, P.J. 1970. Forage fibre analyses. Apparatus, reagents, procedures and some applications. Handbook. No. 329. Agric. Res. Service, USDA, Washington. DC. Pp. 316-318

Henning, P., Steyn, D. & Meissner, H. 1993. Effect of synchronization of energy and nitrogen supply on ruminal characteristics and microbial growth. J. Anim. Sci. 71: 2516

Herrera, A.M., Depablos, L.A. & López, R.M. 2007. Degradabilidad y digestibilidad de la materia seca del forraje hidropónico de maíz (*Zea Mays*). Respuesta animal en términos de consumo y ganancia de peso. Rev. Cient. 17:4

Krause, K.M. & Oetzel, G. R. 2006. Understanding and preventing subacute ruminal acidosis in dairy herds: A review. Animal. Feed Sci. Tech. 126: 215

López, J.R. 2009. Efecto de la suplementación con concentrado en indicadores de la fisiología digestiva y consumo de nutrientes en bucerros (*Bubalus bubalis*) alimentados con pasto estrella (*Cynodon nlemfuensis*). Tesis Dr. Cs. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba

Marrero, Y.R. 2005. Las levaduras como mejoradoras de la fermentación ruminal de dietas con alto contenido de fibra. Tesis Dr. Cs. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. Pp. 93-104

Meneses, R.R. 2010. Aspectos generales sobre nutrición y alimentación de caprinos. <http://www.indap.gob.cl/Docs/Documentos/Ganader%C3%ADa/Caprinos/nutic_aliment_caprinos.pdf.>[Consultado: 25 octubre de 2010]

Michelena, B.J. & Delgado, A. 2008. Conservación del forraje en el trópico. Diplomado de Tantakin. Tomo I. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p. 141

NRC 2005. National Research Council. Nutrient requirements of ruminants in undeveloping countries. International Feedstuffs Institute, Utah Agric. EXP. Station. Utah State University Logan 84 322, USA. p. 380

Ortiz-Rubio, M.A., Galina, M.A. & Carmona, M.M. 2002. Effect of a show non-protein nitrogen ruminal supplementation on improvement of *Cynodon nlemfuensis* or *Brachiaria brizantha* utilization by Zebu steers. Livestock. Prod. Sci. 78:125

Pennington, R. J. 1952. The metabolism of short-chain fatty acids in the sheep. Biochem. J. 51: 251

Pérez-Infante, F. 2010. Estimado de la calidad del pasto y los forrajes verdes cuando la disponibilidad no es limitante. En: Ganadería del Futuro Producción y Eficiencia. Ed. Palcogra. La Habana, Cuba. p. 33

Peters, M., van Der Hoek, R. & Schultze-Kraft, R. 2010. Los pastos y forrajes en el trópico. Retos en el marco de un desarrollo sostenible. V Foro Latinoamericano de Pastos y Forrajes. Palacio de las Convenciones. La Habana, Cuba. [CD-ROM]

Peterson, P. 2002. Forage for goats. <http://goatconnection.com/articles/publish/printer_102.shtml.> [Consultado: 2 marzo 2010]

Ruiz, R. & Vázquez, C. 1983. Consumo voluntario de pastos y forrajes tropicales. Los pastos en Cuba Tomo 2. Utilización. Ed. Instituto de Ciencia Animal. La Habana, Cuba. p.117

Sánchez, D., Arreaza, E.C. & Abadía, B. 2005. Estudio de la cinética de degradación in vitro de cuatro forrajes tropicales y una leguminosa de clima templado. Revista CORPOICA 6: 45

Sauvant, D., Meschy, F. & Mertens, D. 1999. Les composantes de l'acidose ruminale et les effets acidogénes des rations. INRA Prod. Anim. 12:49

Smith, R.H. 1975. Nitrogen metabolism in the rumen and the composition and nutritive value of nitrogen compounds entering the duodenum. En: Digestion and metabolism in the Ruminant. Eds. W. McDonald y A.C.I. Warner. New England University. Publishing Unit. Armidale, Australia. Pp. 399-415

Stritzler, N., Gallardo, M. & Gingins, M. 1983. Suplementación nitrogenada en forrajes de baja calidad. Rev. Arg. Prod. Anim. 3: 283

Tittonell, P., Rufino, M.C., Janssen, B.H. & Giller, K.E. 2010. Carbon and nutrient losses during manure storage under traditional and improved practices in smallholder crop livestock systems – evidence from Kenya. Plant and Soil. 328: 253

Valdéz, R.E., Álvarez, F.J., Ferreiro, H.M., Guerra, F., López, J., Priego, A., Blackburn, T. H., Leng, R.A. & Preston, T. R. 1997. Rumens function in cattle given sugar cane. Trop. Anim. Prod. 2:260

Vera, R. & Seré, C. 1985. Los sistemas de producción pecuaria extensiva de trópico sudamericano. Análisis comparativo. En: Sistemas de producción pecuaria extensiva, Brasil, Colombia y Venezuela. Ed. R. Vera y C. Seré. Proyecto ETES, TUB, GTZ y CIAT. Cali, Colombia. p. 431

Recibido: 21 de noviembre de 2011